

**ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS
ORGANIZATION OF AMERICAN STATES**

**Comisión Interamericana de Telecomunicaciones
Inter-American Telecommunication Commission**

**30 REUNIÓN DEL COMITÉ
CONSULTIVO PERMANENTE II:
RADIOCOMUNICACIONES
Del 27 de noviembre al 1 de diciembre de 2017
Barranquilla, Colombia**

**OEA/Ser.L/XVII.4.2.30
CCP.II-RADIO/doc. 4408/17
6 noviembre 2017
Original: español**

**EVOLUCION DE LA COMPROBACION TÉCNICA DEL
ESPECTRO: MONITOREO COMO SERVICIO**

(Punto del temario: 3.2.1)

**(Documento informativo presentado por TESAmerica y la
Universidad Icesi)**

ANTECEDENTES

El grupo de trabajo 1C de la UIT ha estado trabajando en la evolución de los sistemas de monitoreo, a partir de la cuestión UIT-R 235/1, cuyo resultado hasta el momento está consignado en la Recomendación UIT-R SM.2039 y el Informe UIT-R SM.2355 (2015). Entre los temas que se plantean en la cuestión 235/1 se encuentran:

- ¿Cuáles son los nuevos métodos que pueden ser necesarios en cuanto a organización, procedimientos y equipos para la comprobación técnica de los sistemas basados en las futuras tecnologías de radiocomunicaciones?
- ¿Cuáles son las necesidades de las administraciones a la hora de aplicar los nuevos métodos en los sistemas de comprobación técnica basados en las futuras tecnologías de radiocomunicaciones?

Dado el avance de los sistemas de radio comunicaciones y tendencias como las ciudades inteligentes, Internet de las cosas (IoT), redes eléctricas inteligentes y la 5G, por mencionar algunos, los procesos y técnicas de comprobación técnica del espectro deben evolucionar para dar respuesta a los retos que plantean estas nuevas tecnologías.

Por otra parte, en los últimos años, la industria de TI ha venido evolucionando hacia tecnologías como Software as a Service (SaaS), Platform as a service (PaaS) o Infraestructura as a Service (IaaS), para dar respuesta a los diferentes retos que afronta la industria. El concepto de Plataforma como Servicio (PaaS), es un entorno de desarrollo e implementación completo en la nube, con recursos que permiten entregar todo, desde aplicaciones sencillas basadas en la nube hasta aplicaciones empresariales sofisticadas habilitadas para la nube. El concepto de Infraestructura como Servicio se basa en una infraestructura informática inmediata que se aprovisiona y administra a través de Internet. Permite reducir o escalar verticalmente los recursos con rapidez para ajustarlos a la demanda y se paga por uso.

IaaS busca evitar el gasto y la complejidad que suponen la compra y administración de sus propios servidores físicos y otra infraestructura de centro de datos. Cada recurso se ofrece como un componente de servicio aparte, y el usuario solo tiene que alquilar un recurso concreto durante el tiempo que lo necesite. Este concepto pueda aplicar a diferentes tipos de infraestructura.

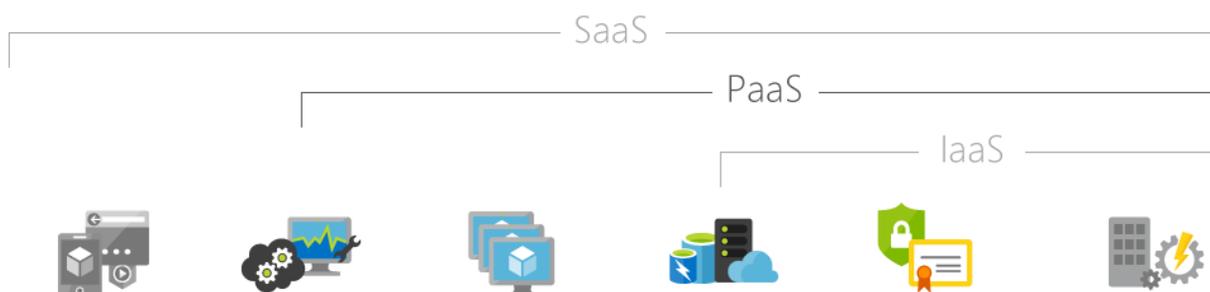


Ilustración 1 Ámbitos que cubren los diferentes conceptos de computación en la nube[1]

Uno de los conceptos que se plantean en el Informe UIT-R SM.2355 es el de la Grid de Monitoreo, que plantea un concepto de la red de comprobación técnica de espectro como una red de sensores distribuidos en el área de interés del regulador.

El desarrollo de sistemas de radio basados en software ha permitido llegar al desarrollo de sistemas de análisis de espectro de bajo costo, empleando radio definida por software (SDR) y FFT, lo que facilita no solamente el despliegue de un mayor número de sensores de espectro a bajo costo, sino el uso de algoritmos avanzados de procesamiento de señal para realizar las diferentes tareas que requiere el regulador.

En los últimos años, los reguladores se han visto enfrentados a una evolución tecnológica que obliga a tener una mejor capacidad de respuesta y a la vez la flexibilidad suficiente para adaptarse a un entorno dinámico y cambiante. La aplicación de conceptos como PaaS e IaaS a los sistemas de monitoreo, donde el acceso a los recursos de monitoreo se hace con base en las necesidades puntuales del regulador y del entorno (IaaS), permitiendo el uso cuando el usuario lo requiera, y a la vez con la infraestructura de TI y las aplicaciones de monitoreo en la nube (PaaS), se llega al concepto de la Comprobación Técnica de Espectro como Servicio que se presenta en este documento.

EL CONCEPTO DE LA RED DE SENSORES DE ESPECTRO DE BAJO COSTO Y LA ARQUITECTURA JERÁRQUICA DE MONITOREO

En los últimos años, el desarrollo de sistemas de medición de espectro basado en dispositivos definidos por software de bajo costo, y la aparición de plataformas abiertas como GNU radio, ha permitido el desarrollo de sensores de espectro de bajo costo, que permite el despliegue de una red de sensores para comprobación técnica de espectro.

Por otro lado, con el desarrollo de tecnologías basadas en espacios en blanco como el estándar IEEE 802.22, espectro dinámico o el concepto de Minimization of DriveTest (MDT), los equipos terminales de usuario se convierten en sensores de espectro distribuidos en toda la geografía, que entregan información valiosa no solamente a los operadores sino al regulador.

En el Anexo 6 del Documento 1C/39-E (Chairman's Report) del grupo de trabajo 1C, y que corresponde a una revisión del Informe ITU-RSM.2355, se incluye el concepto del sistema de monitoreo jerárquico, propuesto por la Universidad Icesi como miembro Academia de la UIT, que se muestra en la Ilustración 2. En dicho concepto se plantea el uso de sensores de bajo costo, basados en Radio Definido por Software (SDR) como parte integral de las redes de Comprobación técnica de Espectro y complementarias a las estaciones convencionales definidas en el actual Manual de Comprobación Técnica de Espectro.

De esta forma, una red de comprobación técnica puede estar formada por una gran cantidad de sensores bajo el concepto de IoT, que pueden ser fijos o móviles, que complementan a la red de estaciones principales y permiten obtener mayor información sobre el uso del espectro.

El concepto de red Jerárquica consta de tres niveles: un primer nivel formado por las estaciones monitoras, tal como las define el actual manual de Comprobación técnica; un segundo nivel, formado por una serie de sensores de bajo costo, basados en sistemas de radio definido por software; y un tercer nivel formado por dispositivos de usuario final bajo el concepto de MDT.

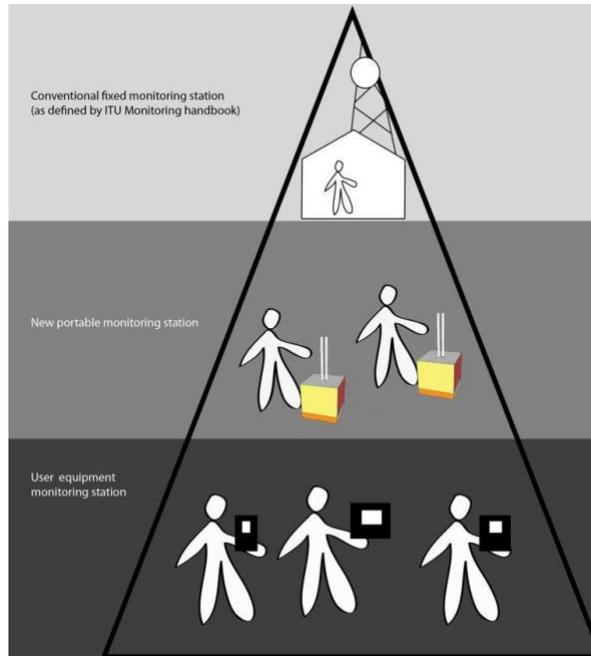


Ilustración 2 Arquitectura jerárquica de la red de Comprobación Técnica

ARQUITECTURA DE LA COMPROBACIÓN TÉCNICA COMO SERVICIO

La Ilustración 3 muestra el concepto de *grid* de monitoreo planteado en el Informe UIT-R SM.2355, que muestra la red de sensores distribuida geográficamente, con una infraestructura de conectividad y un centro de monitoreo centralizado y bajo la operación del regulador. En este concepto, existe un cierto nivel de redundancia entre las diferentes *grids* de monitoreo.

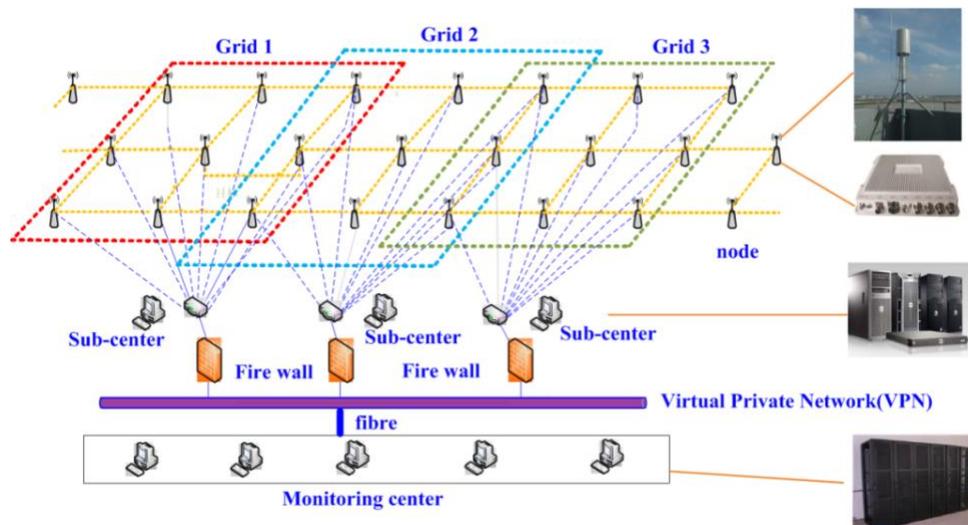


Ilustración 3 Concepto de Grid Monitoring propuesto en el reporte ITU-R SM.2355[3]

En la Ilustración 4 se muestra la arquitectura general que tendría el Monitoreo como servicio, adaptado del concepto de computación en la nube y Plataforma como Servicio (PaaS). En el nivel de infraestructura

se encuentra la red de sensores de espectro, conectada con el centro de datos en la nube, que recoge la información y la procesa para entregarla al usuario como reportes de espectro, de acuerdo a las recomendaciones UIT-R en vigencia. Entre los reportes a manejar se encuentran los asociados a las Recomendaciones UIT-R SM.1392 y SM.1050.

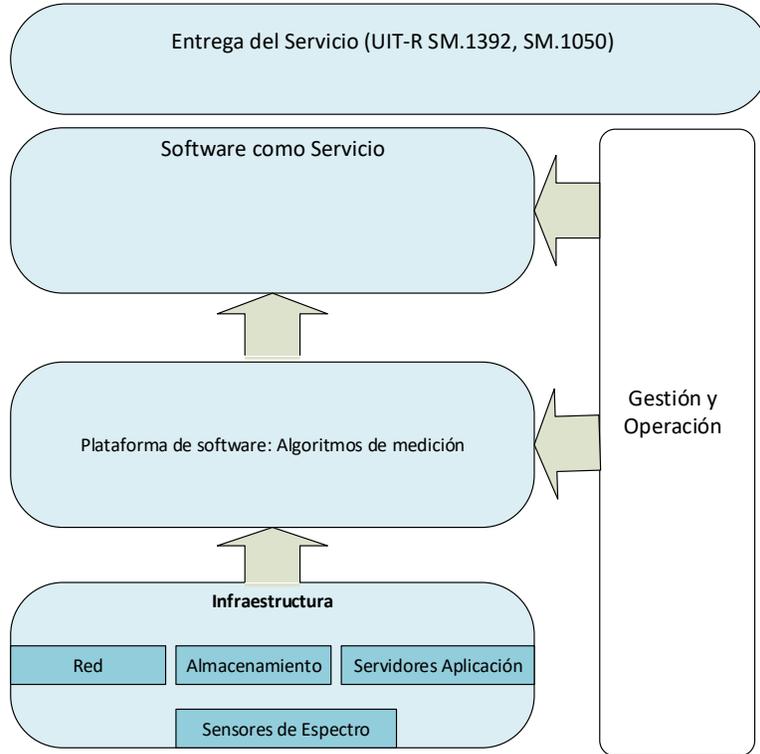


Ilustración 4 Arquitectura general del Monitoreo como Servicio

A continuación, en la Ilustración 5 se muestra la arquitectura para el Monitoreo en la nube, con la red de sensores y las estaciones de monitoreo convencionales, conectadas a la nube a través de la red móvil celular, aprovechando las capacidades de la misma. En esta arquitectura, la escalabilidad de la red de sensores de espectro está soportada en algoritmos de procesamiento de señal y protocolos de IoT, que permiten manejar la información de un gran número de sensores y concentrar el manejo de la información sobre la plataforma de servicios, bajo el concepto de nube privada.

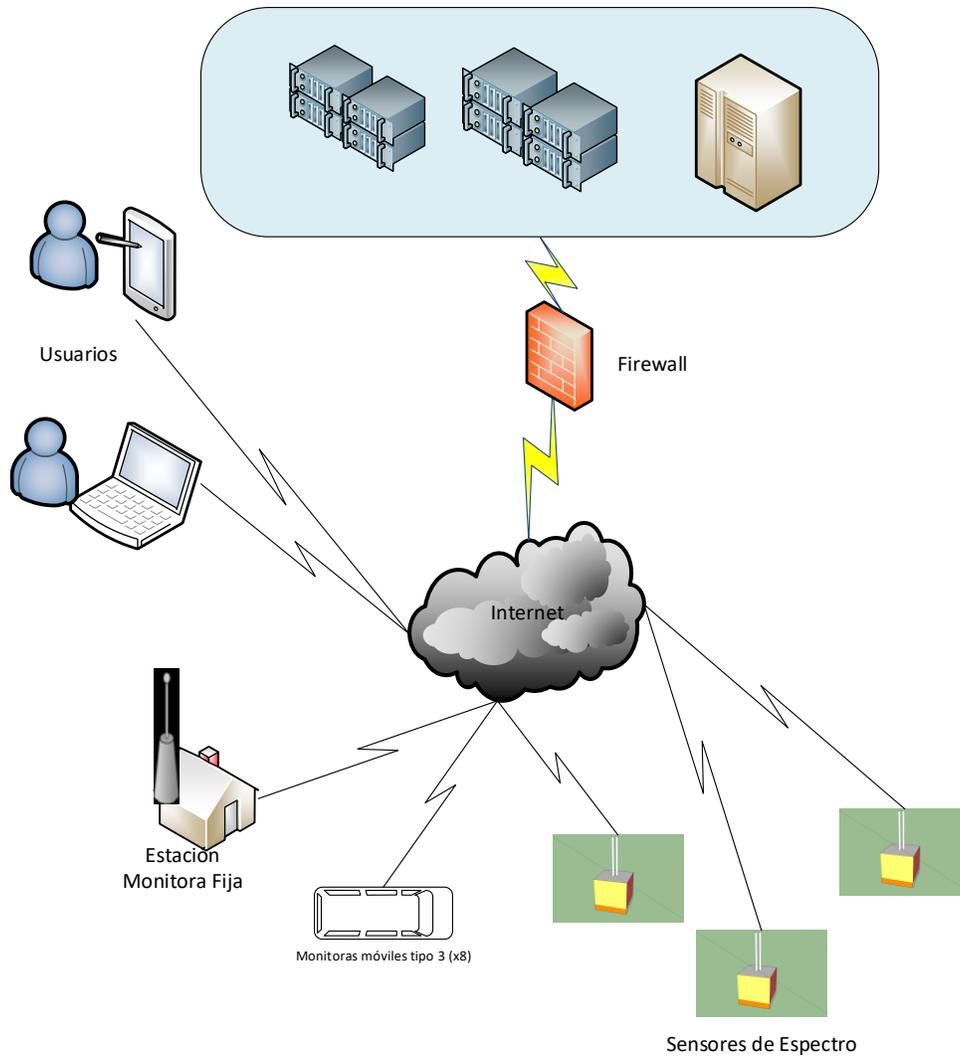


Ilustración 5 Arquitectura de Monitoreo en la nube (CloudMon)

REFERENCIAS

1. <https://azure.microsoft.com/es-es/overview/what-is-iaas/>
2. International Telecommunication Union. Annex 6 to Working Party 1C Chairma's Report. Preliminary draft revision of Report ITU-R SM.2355-0. Spectrum Monitoring Evolution. Geneva, 2017.
3. International Telecommunication Union. ITU-R Report SM.2355-0, Spectrum Monitoring Evolution. 2015